Instalaciones de Frío Industrial

Módulo 1. Unidad Didáctica 2

Aplicaciones prácticas

Autor/es: Francisco Villena Manzanares

Versión: 1
Fecha de creación: Octubre 2012
Última revisión: Octubre 2012





Este manual de Instalaciones de Frío Industrial, por Francisco Villena Manzanares, se encuentra bajo una Licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported.

Usted es libre de copiar, distribuir, comunicar públicamente la obra así como remezclarla o transformarla bajo las condiciones siguientes:

1. **Reconocimiento (BY)**: debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciador (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o apoyan el uso que hace de su obra).
2. **No comercial (NC)**: no puede utilizar esta obra para fines comerciales.
3. **Compartir igual (SA)**: si altera o transforma esta obra, o genera una obra derivada, sólo puede distribuir la obra generada bajo una licencia idéntica a ésta.

Entendiendo que:

1. **Renuncia**: alguna de estas condiciones puede no aplicarse si se obtiene el permiso escrito del titular de los derechos de autor.
2. **Dominio Público**: cuando la obra o alguno de sus elementos se halle en el dominio público según la ley vigente aplicable, esta situación no quedará afectada por la licencia.
3. **Otros derechos**: los derechos siguientes no quedan afectados por la licencia de ninguna manera:
    1. Los derechos derivados de usos legítimos u otras limitaciones reconocidas por ley no se ven afectados por lo anterior.
    2. Los derechos morales del autor.
    3. Derechos que pueden ostentar otras personas sobre la propia obra o su uso, como por ejemplo derechos de imagen o de privacidad.

Aviso: al reutilizar o distribuir esta obra, tiene que dejar bien claros sus términos de licencia.



Tabla de contenidos





1. Introducción

En esta unidad, se van a exponer los procedimientos de cálculos de cargas térmicas.

Veremos de manera teórica como calcular la potencia de una instalación frigorífica, para luego utilizar una aplicación desarrollada por la empresa INTARCON S.L llamada calculadora frigorífica V.3.2. para el cálculo de la potencia de la instalación.

Luego entraremos de lleno en el tema normativo, se analizará el nuevo Reglamento de Seguridad para Instalaciones Frigoríficas exponiendo un resumen del mismo con los factores mas importantes a tener en cuenta en una instalación nueva. También veremos mas reglamentos que son aplicables al sector del frio.

Por último, se darán nociones generales del mantenimiento de instalaciones frigoríficas, presentando una serie de problemáticas en la instalación y actuaciones a realizar.



2. Objetivos

1. Conocer la cámara frigorífica.
2. Saber clasificar los tipos de cámaras.
3. Conocer los equipos y materiales utilizados en una cámara frigorífica.
4. Conocer los cálculos aplicables de carga térmica en una instalación frigorífica.
5. Comprender las pérdidas que se originan en una instalación.
6. Utilizar un programa de calculo para estimar la potencia necesaria de una instalación.
7. Reflexionar sobre la normativa técnica y medioambiental que afectan a las instalaciones de frío industrial y sus repercusiones en la eficiencia energética.
8. Conocer las actuaciones necesarias de mantenimiento preventivo aplicables a una instalación de frio industrial.



3. Aplicaciones prácticas: diseño y cálculo de instalaciones

3.1. La Cámara frigorífica industrial

3.1.1. Introducción

En este tema se manipularan algunos conceptos vistos en los capítulos anteriores. Nos vamos a centrar en las cámaras frigoríficas industriales que como ya sabemos son recintos refrigerados por ciclos de compresión de vapor. La baja temperatura en su interior se mantiene gracias a su revestimiento con materiales aislantes.

El espesor del aislante depende de factores como:

- La diferencia de temperaturas exterior e interior.
- Máximo flujo de calor permitido.

Las cámaras frigoríficas son instalaciones que cuentan con una importante aplicación en:

- Industria farmacéutica.
- Industria alimentaria.
- Otros ámbitos.

3.1.2. La clasificación de las cámaras frigoríficas

3.1.2.1. Por el tipo de refrigerante que utilizan

Un refrigerante es cualquier fluido que actúe como agente de enfriamiento, absorbiendo calor de un foco caliente al evaporarse. Ejemplos: R134a, R404A, R410A, R407C, R507 HCL, SF6 y Gases Especiales.

3.1.2.2. Por el tipo de compresor

a) Compresores alternativos o de pistón:

Son los más utilizados y se caracterizan por la intermitencia a la que sale el gas comprimido. Cuando se quieren obtener presiones muy elevadas se utilizan varios cilindros.

Según el número de caras activas del émbolo en:

- Compresores de simple efecto: aquellos en que una sola cara es activa.



– Compresores de doble efecto: las dos caras son activas.

Según la dirección de movimiento del émbolo se pueden clasificar en:

– Horizontales.
– Verticales.
– Radiales.

Según la estanqueidad:

– Abiertos: el motor que acciona el compresor es totalmente exterior.
– Herméticos: el conjunto motor-compresor esta cerrado dentro de un deposito hermético que no es desmontable.

Estos compresores se utilizan para equipos con capacidades frigoríficas entre 500kcal/h - 500000 kcal/h o frigorías.

b) Compresores rotativos:
A diferencia de los alternativos presentan un caudal de salida de gas comprimido continuo. Los más utilizados son:

- Compresores de paletas: Capacidades frigoríficas –10.000 kcal/h.
- Compresor de tornillo: Este tipo de compresores se utilizan para capacidades frigoríficas superiores a la 150.000 kcal/h.
- Compresor centrifugo o radial: o también turbocompresor. Para una compresión en múltiples etapas se puede unir al mismo eje distintas turbinas de forma que la salida de una de ellas vaya a la entrada de la siguiente. Estos compresores se utilizan desde 100 000 kcal/h –30•106 kcal/h.

3.1.2.3. Por el tipo de Condensador

Según cual sea el medio utilizado para realizar la extracción de calor los condensadores se clasifican en:

a) Condensadores enfriados por aire
Se utilizan en instalaciones de pequeño tamaño.

b) Condensadores enfriados por agua
Éstos se dividen en tres tipos:

– Condensadores de contracorriente, que pueden adoptar una disposición horizontal o en espira
– Condensadores de inmersión, que pueden trabajar en sentido horizontal o vertical.



- Condensadores multitubulares

El inconveniente que presenta este tipo de condensadores enfriados por agua es el alto consumo de agua, que en grandes instalaciones frigoríficas encarece mucho el proceso. En estos casos el agua se recupera para hacerla recircular y reutilizarla en su función condensadora enfriándola en equipos auxiliares denominados torres de enfriamiento o torres de refrigeración. Las perdidas de agua por evaporación se compensan con una aportación de agua nueva.

c) Condensadores evaporativos

Son una combinación de los condensadores enfriados por aire y de las torres de enfriamiento que se utilizan cuando se dispone de poca cantidad de agua de enfriamiento o el coste de ésta es muy elevado.

3.1.2.4. Por el tipo de Evaporador

Según cómo circula el refrigerante:

- Evaporadores de expansión seca
- Evaporadores de tipo inundado o semi-inundado

Según cómo estén construidos:

- Evaporadores de tubos lisos: Se emplean como serpentines para el enfriamiento de líquido o para estar suspendidos del techo en cámaras de congelación y almacenes de conservación de congelados.
- Evaporadores de placas: Se utilizan en armarios frigoríficos y en congeladores domésticos y comerciales.
- Evaporadores de tubos con aletas.

Según la circulación del aire:

La circulación del aire en el espacio refrigerado es esencial para la transferencia de calor del producto hacia el evaporador.

- Por convección natural: utilizados en los congeladores domésticos y armarios o muebles expositores.
- Por convección forzada: la circulación forzada del aire aumenta la absorción de calor y reduce la superficie necesaria del evaporador.

Según enfriamiento de líquido o aire:

- Enfriadores de aire: baterías de convección forzada, tubos lisos, placas.
- Enfriadores de líquido: se utiliza en la industria de la leche, mosto, vino, cerveza.



3.1.2.5. Por su forma

- Modulares
- Frigoríficos
- Arcones.
- Expositores

3.1.2.6. Tipo de cierres y puertas

- Cortina Hawaiana o de lamas: Existen diferentes modelos de cortinas. Son convenientes en aquellos casos en que es necesario entrar y salir con frecuencia de una cámara frigorífica, de forma que con la apertura de la puerta no se pierde tanto frío como si no estuviera puesta.
- Cortinilla nocturna: Fundamentalmente para los expositores, que permanecen abiertos durante el día para facilitar el acceso a los alimentos expuestos, pero por la noche, se ponen unas cortinas para mantener la temperatura idónea con el menor consumo energético posible.
- Puertas Pivotantes: Se conocen por este nombre a las puertas más comunes. Se pueden encontrar en el mercado de una o dos hojas, con mirilla o sin ella. Pero lo más importante es su capacidad aislante y cierre perfecto.
- Puerta automática horizontal y vertical: Este tipo de puertas, para cámaras de mayor tamaño, como pueden ser las encontradas en los almacenes internos de los hipermercados, facilitan una apertura y cierre controlados y rápidos para reducir las fugas y asegurar su cierre. Son idóneas para cámaras poco utilizadas, o combinadas con una puerta de lamas.

3.1.2.7. Por calificación energética

Solo aplicable a cámaras del sector terciario, se clasifica con una etiqueta de manera que quedaría representada la clase energética:

- La Flecha corta y verde / letra A: indica consumo bajo;
- La Flecha larga y roja / letra G: indica consumo alto.

3.1.2.8. Por su aplicación según temperaturas

Se clasifican según los valores típicos de temperaturas de trabajo:

- CÁMARAS DE CONSERVACIÓN ✳ Temperaturas +2ºC / a +4ºC : para el almacenamiento de materias primas y temperaturas de -18ºC / a -28ºC : para el almacenamiento de producto congelado.
- CÁMARAS DE REFRIGERACIÓN ✳ Temperaturas entre -30ºC / 18ºC
- TÚNELES DE CONGELACIÓN ✳ Congelación (-18ºC / -38ºC)



- CÁMARAS DE FERMENTACIÓN ✳ Temperaturas-20ºC / +20ºC.

3.1.2.9. Por su tipo de construcción

- Portátiles.
- Fijas.

3.1.3. Materiales aislantes en la cámara frigorífica

Características de un buen material aislante entre otras pueden ser:

- Imputrescible.
- Inatacable por los roedores.
- Inodoro y ausencia de fijación de olores.
- Incombustible.
- Neutro químicamente frente a otros materiales utilizados en la construcción de la cámara y frente a fluidos con los que deba estar en contacto.
- Plástico, adaptándose a las deformaciones de la estructura de la cámara.
- Facilidad de colocación.
- Resistencia a la compresión y a la tracción.

Los tipos de aislantes más utilizados en cámaras frigoríficas son:

- Poliestireno expandido.
- Poliestireno Extrusionado.
- Poliuretano.
- Espuma elastomérica.

3.1.4. Equipos en las cámaras frigoríficas

A modo de recordatorio y resumen:

- Compresor:

Su función es aumentar la presión del refrigerante en estado vapor e impulsarlo desde el evaporador al condensador.

- Condensador:

Extrae el calor del fluido refrigerante en estado vapor hasta llevarlo a líquido saturado. Este calor es transferido a otro fluido que puede ser aire o agua (ésta puede absorber un calor latente de vaporización de 600 kcal/kg, por lo que su capacidad es mucho mayor que la del aire).

- Evaporador:



En este componente, el fluido refrigerante extrae calor de la cámara frigorífica, absorbiendo calor sensible y calor latente de vaporización hasta llegar al estado de vapor sobrecalentado.

- Dispositivos y válvulas de expansión:

Ejercen una doble función por un lado la reducción de la presión en el refrigerante líquido saturado, provocando un subenfriamiento y por otro lado regulación del caudal de paso de refrigerante.

3.1.5. Elementos constitutivos básicos en una Cámara Frigorífica

Los elementos constitutivos básicos en una Cámara Frigorífica son tres:

1. Aislamiento.
2. Barrera antivapor.
3. Revestimientos.

Veamos un resumen de cada uno de los elementos por separado.

a) Aislamiento.

El aislamiento suele ser de poliuretano, poliestireno expandido o poliestireno extrusionado.

El aislamiento de la cámara se puede conseguir con dos tipos de construcciones:

PRIMER TIPO DE CONSTRUCIÓN:

Aislamiento de cerramientos constituidos por elementos de fábrica:

- Los cerramientos verticales se construyen con ladrillos o bloques de hormigón de fábrica y protegidos por un bordillo o murete.
- El interior se chapa con piezas cerámicas o de fácil limpieza como las metálicas o de poliéster.
- Los techos se construyen en materiales ligeros si no han de soportar carga.
- Los suelos deben ser protegidos contra la congelación, en el caso de cámaras con temperatura negativa.

SEGUNDO TIPO DE CONSTRUCCIÓN

Aislamiento con paneles prefabricados:

- Son los más utilizados actualmente.



- Los paneles de poliestireno tienen un espesor de 50mm a 250 mm y los de poliuretano de 30 mm a 180 mm.
- Se caracterizan por su fácil instalación, gran rapidez de montaje, fácil mantenimiento y precio económico.

b) Barreras antivapor

Una barrera de vapor es cualquier lámina o material que ofrezca gran resistencia al paso de vapor de agua. Se utilizan ampliamente en construcción para evitar las condensaciones intersticiales.

Las barreras de vapor no son completamente impermeables al vapor de agua: son materiales de poca permeabilidad a este. Las barreras de vapor pueden adoptar multitud de formas, ya que por propia definición, cualquier material con muy baja permeabilidad se considera barrera. La NBE-CT-79 (recientemente sustituida por el CTE) consideraba barrera de vapor cualquier lámina con resistencia al vapor de agua (Rv) superior o igual a 10 MN s/g.

Así tenemos como ejemplos comunes:

- Láminas de polietileno
- Papel de estraza
- Láminas bituminosas
- Determinadas pinturas
- Papel de aluminio
- Cualquier lámina de metal
- Vidrio, etc.
- La colocación de las barreras antivapor

Las barreras de vapor se colocan en el lado caliente de los cerramientos, pues su función es evitar que pase vapor desde el lado caliente al lado frío, que es la situación en la que se produce la condensación. Debido a esto, en climas fríos la lámina se coloca por el interior del aislante, y en climas más cálidos, por la cara exterior.
También debe existir una cámara de aire dentro del cerramiento para permitir la evacuación del vapor.

También se utiliza en las soleras, para protegerlas de la humedad del terreno y evitar fenómenos de eflorescencia por capilaridad.

Las barreras de vapor son necesarias para:

- Mantener el valor de la conductividad térmica del aislante



- Evitar deterioros en el aislante y en los paramentos verticales y horizontales.
- Reducir el consumo energético.
- Alargar la vida útil tanto de cerramientos y materiales aislantes como de la maquinaria frigorífica.

Las barreras de vapor deben cumplir:

- Estar situadas en la cara caliente del aislamiento.
- No dejar discontinuidades en ningún punto del perímetro aislado.
- Estar constituidas por materiales muy impermeables al vapor de agua. El uso de cada material se recomienda para algunas aplicaciones, desaconsejándose para otras.

En la tabla siguiente se hace un resumen de los materiales empleados por tipo de cámara.

<table>
<tr><th>Material de barrera</th><th>Tipo de cámara</th><th>Tipo de aislamiento</th></tr>
<tr><td>Emulsión bituminosa en frío</td><td>Refrigeración</td><td rowspan="3">o Poliuretano proyectado in situ
o Placas de poliuretano
o Placas de poliestireno expandido
o Otros</td></tr>
<tr><td>Láminas asfálticas con o sin aluminio</td><td rowspan="3">o Refrigeración
o Congelación
o Conservaciíon de congelados</td></tr>
<tr><td>Láminas de polietileno</td></tr>
<tr><td>Chapa metálica</td><td>Generalmente como elemento constitutivo de paneles</td></tr>
</table>

c) Revestimientos

Se hacen necesarios por razones mecánicas ya que las protecciones evitan la rotura accidental del material aislante. Los revestimientos son una protección contra la penetración del agua, acción de un posible fuego y evitan el crecimiento de microorganismos en el aislante. Los revestimientos presentan superficies lisas que facilitan su limpieza y permiten cumplir con las reglamentaciones técnico-sanitarias.

3.2. Consideraciones de diseño para mejorar el funcionamiento de la instalación

Evidentemente, siempre que se pretende mejorar el funcionamiento de una instalación, hay que adoptar medidas de eficiencia energética.

3.2.1. Factores de diseño

Tendremos que tener en cuenta que la sala de máquinas ha de estar lo más cerca



posible a la zona de demanda de frío para evitar pérdidas y disminuir la inversión inicial.

Si hay varias cámaras, se deben instalar en bloque, para conseguir el máximo de paredes comunes para ahorrar en aislamiento y en gastos de funcionamiento por pérdidas de calor.
Tenemos siempre que optimizar la orientación respecto de los puntos cardinales de las cámaras.

En los cerramientos y falsos techos, tenemos que evitar o minimizar las pérdidas por transmisión mediante el pintado con color blanco y una buena ventilación que contrarreste la radiación.

3.2.2. Diseño y ejecución del aislamiento de las cámaras.

Para la ejecución del aislamiento como ya sabemos tendremos que usar materiales con un coeficiente de transmisión de calor (K) lo más pequeño posible, como el poliuretano o poliestireno.

Los espesores de aislante deben de ser eficaces de manera que que permitan una transmisión de calor cifrado entre 7 W/m2 - 9 W/m2, ya que mayores espesores aumentan el aislamiento pero suponen mayor coste inicial.

Siempre asegurarnos que no haya huecos entre paneles y que no estén dañados.
Siempre tendremos que escoger las puertas y cerramientos más adecuados para el tipo de producto que se va a almacenar, para evitar pérdidas de frío en aperturas innecesarias, en el mercado existen muchos fabricantes que nos pueden asesorar en este aspecto.

3.2.3. Consideraciones de diseño de la instalación frigorífica.

Para una buena selección y diseño de una instalación frigorífica tenemos que tener muy claro el concepto COP (coeficiente de operación), este coeficiente será muy crítico a la hora de estudiar los rendimientos del ciclo de refrigeración por absorción.

El sistema de refrigeración por absorción es un medio de producir frío que, al igual que en el sistema de refrigeración por compresión, aprovecha que las sustancias absorben calor al cambiar de estado líquido a gaseoso. Así como en el sistema de compresión el ciclo se hace mediante un compresor, en el caso de la absorción, el ciclo se basa físicamente en la capacidad que tienen algunas sustancias, como el bromuro de litio, de absorber otra sustancia, tal como el agua, en fase de vapor. Otra posibilidad es



emplear el agua como sustancia absorbente (disolvente) y como absorbida (soluto) amoniaco.

El COP es la medida de la eficiencia en la transformación de la energía eléctrica (suministrada al compresor) en capacidad refrigerante de la máquina (o de extracción de calor del evaporador) y viene dado por la relación:

$$COP = \frac{\text{Efecto Refrigerante}}{\text{Trabajo Neto en el Compresor}}$$

Los aspectos fundamentales que influyen en el valor de este parámetro son:

- Pérdidas de calor en el compresor: reducen el COP.
- Caídas de presión en el sistema: reducen el COP.

Para el bueno diseño y funcionamiento de la instalación frigorífica tendremos que tener en cuenta:

- Temperaturas en el condensador y en el evaporador: a menor diferencia entre ellas, menor COP.
- Estudiar el tamaño idóneo de las unidades compresoras y siempre hacer funcionar a plena capacidad la unidad que esté trabajando en cada momento, ya que no trabajar a plena carga supone un menor COP.
- Estudiar la relación de compresión Pcondensador/Pevaporador(Tc/Te) a la que va a trabajar cada compresor puesto que cuanto menor sea, más eficientemente trabajará. Hay que llegar a un compromiso entre inversión inicial y costes de mantenimiento.
- Elegir la temperatura de condensación y establecer un diferencial apropiado.
- Usar ventiladores de doble velocidad para momentos en que no sea necesaria toda la capacidad de condensación (invierno) porque consumen menos.
- Instalar purgador de incondensables. El aire entra y se acumula en el condensador impidiendo un intercambio de calor eficiente y disminuye el COP. Sólo en las instalaciones frigoríficas cuya temperatura en el evaporador corresponda a una presión de saturación menor que la atmosférica.
- Utilizar una elevada superficie de transmisión de calor en los evaporadores y condensadores porque reduce la relación de compresión y aumenta el COP(disminuyendo el consumo eléctrico).
- Establecer una separación diferencial de las aletas del evaporador. El aire



húmedo proveniente del producto a refrigerar se encuentra primero con una separación grande donde descarga la humedad que es rápidamente escarchada, llegando luego más seco a la zona de separación estrecha donde el coeficiente de transmisión es mucho mayor. Especialmente indicada para cámaras con gran humedad: cámaras de oreo, antecámaras, etc.

- Calcular un buen dimensionado de las líneas de instalación, para no perder presión que reduzcan el COP.
- Para un buen funcionamiento de la instalación y mejorar los costes energéticos innecesarios es obligatorio realizar un buen mantenimiento de la instalación, (esto ya lo desarrollaremos en el tema 5).

El objetivo principal a la hora de diseñar una instalación frigorífica debe ser evitar pérdidas de frío, para ello:

- Hay que dimensionar la instalación a las necesidades reales, cuanto más grande sea la cámara, mayor coste supondrá enfriarla.
- Asegurar un buen aislamiento, mantener las puertas cerradas y confirmar que el cierre es hermético, así como el buen estado de las cortinillas flexibles.
- Evitar fuentes de calor: independizar las cámaras frigoríficas de los locales calefactados, adosar las cámaras entre sí, proteger el recinto frigorífico de la radiación solar. (La temperatura exterior ideal es en torno a los 18ºC, si la temperatura que rodea la cámara fuera de 23ºC, el consumo de la misma aumentaría un 38%).
- Adecuar la temperatura de conservación o congelación según las necesidades adaptadas al producto y al tiempo de conservación.
- El alumbrado interior tiene que ser específico para estas instalaciones, ya que las incandescentes emiten mucho calor, por lo que cuanto mayor sea la potencia de la lámpara, mayor será el aporte de calor y mayores las pérdidas energética. Es conveniente instalar un sistema que asegure el apagado del alumbrado interior cuando no es necesario.
- Instalar elementos de control y regulación adecuados, existen diferentes modelos en el mercado de termostatos con alarma en caso de pérdida de frío por encima de unos valores determinados, incluso sistemas de control simultáneo de varias cámaras a la vez con memoria de registro.
- Mantener limpias las juntas de las puertas de las cámaras frigoríficas y neveras, para asegurar su hermeticidad, y limpiar una vez al año el serpentín o siempre que se genere escarcha.
- No se deben introducir en las cámaras frigoríficas alimentos aún calientes, ni abrir las puertas de las cámaras y neveras innecesariamente, para evitar que se escape el frío con el consiguiente consumo energético.



- En los frigoríficos, procurar tener los alimentos bien ordenados pero permitiendo el paso del aire entre ellos, de forma que se pueda repartir homogéneamente.
- En los congeladores, procurar apilar los elementos para favorecer su conservación con el menor consumo posible.
- Revisar el estado de la cámara frigorífica, la acumulación de escarcha reduce el rendimiento de la máquina.
- Procurar quitar los cartones, cajas o envoltorios innecesarios que reducen el contacto de los alimentos con el frío producido, reduciendo su rendimiento energético.

3.3. Cálculo de cargas Frigoríficas

Calculo de la carga térmica de refrigeración en Cámaras Frigoríficas:

En este apartado se van a exponer las fórmulas y el procedimiento de cálculo teórico de las cargas térmicas de refrigeración en cámaras frigoríficas, exclusivamente a modo de exposición, ya que debido a los objetivos prácticos del curso utilizaremos en el siguiente apartado, un programa para dimensionamiento de cámaras frigoríficas.
Es importante recalcar que aunque se utilicen programas que nos facilitan los cálculos, no debemos de perder el norte, el programa es recomendable usarlo una vez que se hacen los cálculos a mano para comprobaciones.

$$Q_{PAREDES} = S \, x \, K \, x \, (T - t) \, x \, 24 horas / día$$

3.3.1. Carga a través de los cerramientos

S= superficie de cerramiento (m2)
K= coeficiente global de transmisión de calor (kcal/hm2ºC)
T= temperatura exterior
t= temperatura interior

Para el cálculo del coeficiente global de transmisión de calor empleamos la siguiente expresión:



$$K = \frac{1}{\frac{1}{h_i} + \frac{e_1}{\lambda_1} + \frac{e_2}{\lambda_2} + .. + \frac{1}{h_e}}$$

Donde:
h= coeficientes de película (kcal/hm2ºC)
li= conductividad térmica del material aislante (kcal/hmºC)
e= espesor material (m)

3.3.2. Carga de servicio

3.3.2.1. Cálculo abreviado

Normalmente incluye:

- Pérdida por apertura de puestas
- Pérdida por alumbrado eléctrico
- Pérdidas de calor desprendido por el personal

$$Q_{SERVICIO} = K_S x Q_{PAREDES}$$

Donde Ks se obtiene de la tabla siguiente:

Tipo de cámara	K_s
Grandes cámaras de conservación, generalmente provistas de antecámara	0,10
Cámaras de venta al detalle (servicio elevado)	0,25
Cámaras de restaurantes, bares y pastelerías	0,40

3.3.2.2. Cálculo detallado

Pérdidas por apertura de puertas



$$Q_{PUERTAS} = \frac{NxV}{V_E} x(h_e - h_i)$$

N= número de renovaciones/día
V= volumen cámara (m3
Ve= volumen específico del aire (m3/kg)
h= *entalpía del aire (kcal/kg)*

Pérdidas por alumbrado eléctrico
Incandescente

$$Q_{ALUMBRADO} = Pot(kw)\,x\,860\,x\,HORAS$$

Pérdidas de calor desprendido por el personal

3.3.3. Carga a por enfriamiento y/o congelación del género

3.3.3.1. Caso de solo Enfriamiento

$$Q_{GENERO} = m\,x\,C_e\,x(T - t)$$

m= peso de género entrante (kg/día)
Ce= calor específico del género (Anexo 1)
T= temperatura de entrada ºc (kcal/kgºc)
t= temperatura de conservación ºc

3.3.3.2. Caso de Enfriamiento y congelación



$$Q_{GÉNERO} = m x C^{+0}{}_{e} x (T - T_{c}) + m x L + m x C^{-0}{}_{e} x (T_{c} - t)$$

T= temperatura de entrada
c= temperatura de congelación
t= temperatura de la cámara
L= calor latente de congelación

3.3.4. Carga por motores eléctricos

$$Q_{MOTORES} = 632 x Pot(CV) x 24\ horas / día$$

$$Q_{MOTORES} = 860 x Pot(kw) x 24\ horas / día$$

3.3.5. Carga por enfriamiento del embalaje

Aunque el producto se congele dentro de la cámara, se considera que el embalaje en ningún caso se congela.

$$Q = m_{e}\ x\ Ce_{embalaje}\ x\ (T - t)$$

me= peso del embalaje (sin género) entrante (kg/día)
Ce= calor específico del embalaje
T= temperatura de entrada del embalaje (la misma que para el género)
t= temperatura de la cámara



3.3.6. Calor por respiración y por renovación del aire (frutas y verduras)

$$Q_{RESPIRACIÓN} = m_{PRODUCTO}\ x\ q_{RESPIRACIÓN}$$

$$Q_{RENOVACIÓN} = V \times 4\ \text{Renovaciones} \times 20\ \text{kcal/día por m}^3$$

mPRODUCTO = Cantidad de producto almacenado en la cámara en kg.
Qrespiración = Calor de respiración diaria del producto (kcal/kg día).
V= Volumen de la cámara en m3.

3.3.7. Carga diaria

$$Q_{DIARIA} = Q_{PAREDES} + Q_{SERVICIO} + Q_{GÉNERO} + Q_{MOTORES} + Q_{EMBALAJE} + Q_{RESPIRACIÓN} + Q_{RENOVACIÓN}$$

3.3.8. Producción frigorífica necesaria

$$Q_0 = \frac{Q_{DIARIA}}{N^{o}\ Horas\ funcionamiento}\ x Cs$$

Consideramos 18 horas congelación y 16 horas conservación.
Cs= coeficiente de seguridad, si es desconocido debe tomarse entre 1,10 y 1,15

3.3.9. Carga por enfriamiento de líquidos



$$Q = m \times Ce \times (T - t) = V \times \rho \times Ce \times (T - t)$$

Q= Carga por enfriamiento de liquido en kcal/h
m= Peso del líquido a enfriar en kg/h
Ce= Calor específico del líquido (kcal/kg ºC)
T= Temperatura inicial del líquido
t= Temperatura final del líquido
V= Volumen del líquido a enfriar en m3/h
ρ= Densidad del líquido (kg/m3)

Por último, comentar que la potencia frigorífica será función de la carga térmica total en mi instalación de la siguiente manera:

Potencia Frigorífica en W = SUMA TOTAL DE CARGAS TERMICAS (KJ/día) dividido entre (3600sg x TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO horas) en W .

IMPORTANTE:
Para realizar los cálculos a mano, generalmente tendremos que conocer los siguientes datos:

1. Datos de los productos a almacenar
2. Tipo de aislamiento en paredes y techo
3. Coeficientes de transmisión de los materiales y espesores
4. Temperatura exterior y humedad relativa, para ello se puede utilizar la norma UNE 100014:1984
5. Dimensiones de la cámara y tipo (conservación / refrigeración)
6. Temperatura interior de trabajo
7. Temperatura de entrada del producto
8. Número de renovaciones de aire en la cámara
9. Tipo de producto, (dependerá de las dimensiones de la cámara)
10. Ubicación de la cámara
11. Actividad en la cámara (número de personas que entran al día y tiempo que permanecen)
12. Iluminación de la cámara y tiempo de consumo (w/h)
13. Horas de funcionamiento de la maquina frigorífica (16,18 o 20 horas)
14. Capacidad de almacenamiento (kg/m3)
15. Tipo de embalaje, etc

Nota: Los datos anteriores son los más generales, aunque en situaciones particulares pueden hacer falta otros.

Siempre que se obtenga el cálculo de la potencia frigorífica de la instalación, es técnica habitual sobredimensionar un 10% el resultado de cálculo para asegurar el dimensionamiento para cualquier situación extraordinaria concreta que pueda suceder.

Tablas generales necesarias:

- Calores específicos y temperaturas de conservación y congelación de diversos líquidos y productos alimenticios.
- Conductividad térmica de materiales de construcción habituales.
- Resistencias térmicas superficiales en m2·h·ºC/kcal (m2·ºC/w)
- Temperatura de la cámara ºC y su equivalente calorífico por persona.(w)
- Propiedades de algunas salmueras (para el caso de carga por enfriamiento de líquidos).

3.4. Aplicaciones con software

En el mercado existen muchos programas de cálculo de software libre que nos ayudan a realizar los procedimientos de cálculo mostrados anteriormente.

Principalmente estos programas son hojas de cálculo predefinidas donde se nos van pidiendo datos de nuestras condiciones de trabajo, tipo de cámara tipo de aislamiento, dimensiones de cámara, tipo de producto... y va realizando los cálculos automáticamente.

¡¡¡ATENCIÓN!!! la mayoría de programas tienen predefinidas condiciones estándar para ciertos cálculos, ya que no están diseñados para condiciones especiales. Será labor nuestra tener en cuenta esto a la hora de introducir los datos.

En este curso vamos a trabajar con una aplicación desarrollada por la empresa INTARCON S.L., donde en su página web, disponemos de un programa denominado Calculadora frigorífica V.2.3, podríamos usar otros pero se ha elegido este debido a su sencillez. Exclusivamente nos fijaremos en el calculo de la potencia frigorífica necesaria para la cámara en concreto, no en la selección comercial del producto que nos ofrece el programa.

Se puede acceder libremente a esta aplicación en la dirección:
http://www.intarcon.es/es/index.php



O bien directamente en el enlace del programa en la dirección.
http://www.intarcon.es/calculadora/calc.html.

ABRIR LA APLICACIÓN DESDE LAS DIRECCIONES ANTERIORES:
El aspecto de la pantalla principal es el siguiente:



1º) CARACTERISTICAS DE LA CÁMARA
En esta pantalla el programa nos pide los siguientes datos:

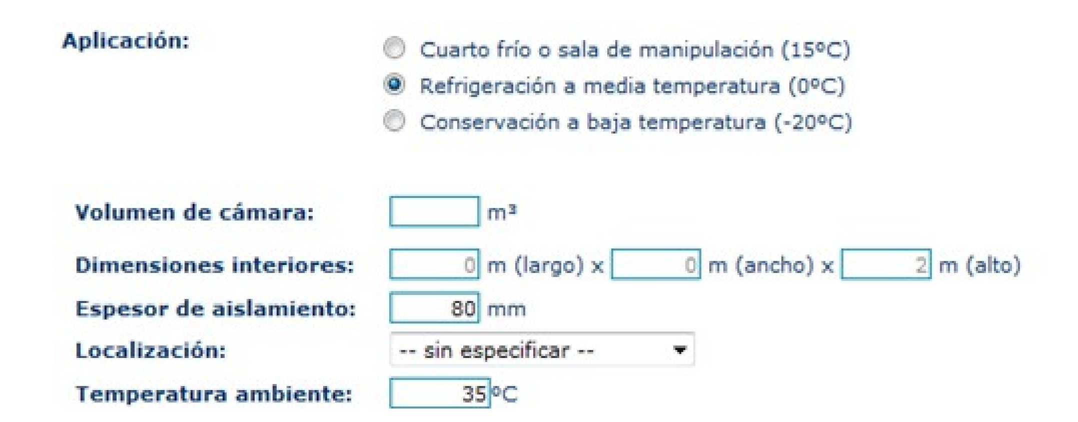
- Tipo de cámara.

Si desplegamos vemos que nos ofrece las siguientes opciones:

- Cámara modular.
- Cámara modular sin panel de suelo.
- Armario modular.
- Cámara modular con puertas de cristal.

Una vez seleccionado el tipo de cámara, tendremos que seleccionar, la opción que se ajuste a nuestras necesidades de funcionamiento: (Sala de manipulación, Refrigeración, Conservación), esto lo haremos en la opción aplicación.





Después de seleccionar la aplicación de la cámara el programa nos pide las dimensiones interiores de la cámara(el volumen se calculara automáticamente) , el espesor de aislamiento, y la localización de mi instalación, tendremos que introducir País y luego desplegar para seleccionar la ciudad, automáticamente la temperatura ambiente la selecciona el programa.

2º) CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO



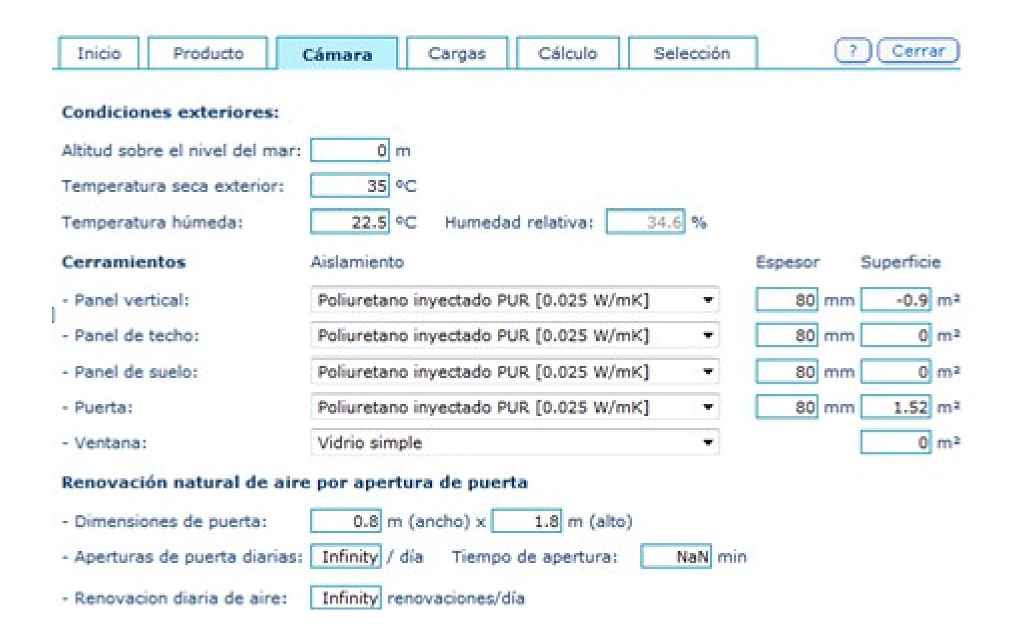
Buscamos en la pestaña desplegable el producto a almacenar: primero por familia y luego desplegando la familia seleccionamos el producto.

Por ejemplo: queremos seleccionar naranjas.
Familia: FRUTA REFRIGERADA✳ desplegando seleccionamos Naranja.



Una vez seleccionado el producto una serie de parámetros se colocan automáticamente
A continuación introducimos los datos de nuestras condiciones de trabajo (carga de producto, rotación diaria, etc...) cuando introduzca un dato con el ratón se pulsa en la pantalla.
Terminamos con el tipo de embalaje del producto y su peso en Kg/m3.

3º) DATOS DE LAS CONDICIONES EXTERIORES, AISLAMIENTO, RENOVACIÓN NATURAL DE AIRE POR APERTURA DE PUERTAS



4º) CARGAS TÉRMICAS



En este apartado el programa nos pide ciertos datos para calcular las cargas térmicas aportadas por la iluminación, personal, y en la pestaña de otros introducimos las cargas aportadas por otras consideraciones de nuestro caso particular.



5º) POTENCIA FRIGORÍFICA



En esta página nos ofrece el resultado de la potencia frigorífica necesaria para la cámara en cuestión.

Para obtener el informe en pdf, tenemos que darle al botón imprimir.

SIEMPRE: Considerar un 10% como margen de cálculo.

Recordar:
La mayoría de programas de cálculo están realizados por fabricantes de equipos, por lo que la aplicación esta preparada para que al finalizar seleccione de manera automática el modelo o modelos que fabrican y satisfacen las condiciones de potencia calculada.

Todos los programas tienen limitaciones por ello y por último, recordar que los programas deben de utilizarse por el técnico como ayuda o comprobaciones, y no como un fin de cálculo, ya que realmente al ser aplicaciones que no consideran las condiciones particulares, solo sirven para estimaciones generales.



4. Reglamentos, normativa técnica y medioambiental

4.1. Normativa aplicable a plantas e instalaciones frigoríficas. Reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas y sus instrucciones técnicas complementarias

Para poder adaptar la normativa española en materia de seguridad en instalaciones frigoríficas al marco normativo europeo, así como para poder ajustarla a las cada vez más estrictas exigencias medioambientales y de eficiencia energética, se hacía necesaria la elaboración de un nuevo reglamento que derogue y sustituya al anterior "Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas, que fue aprobado por el Real Decreto 3099/1977, de 8 de septiembre", así como sus instrucciones técnicas complementarias.

Desde el 8 de septiembre de 2011 se encuentra en vigor el Real Decreto 138/2011, de 4 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas y sus instrucciones técnicas complementarias, publicado en el Boletín Oficial del Estado de 8 de Marzo de 2011.

Este nuevo reglamento junto con el "Real Decreto 795/2010, de 16 de junio, por el que se regula la comercialización y manipulación de gases fluorados y equipos basados en los mismos, así como la certificación de los profesionales que los utilizan", aprobado el verano de 2010, marca el claro propósito de las administraciones española y europea de controlar, restringir y reducir cuantitativamente el uso de gases fluorados y, por tanto, poder minimizar el impacto sobre el medio ambiente.

Debido al cambio con el nuevo reglamento es por lo que a lo largo de este apartado se distingue entre:

- Plantas e instalaciones frigoríficas puestas en funcionamiento antes del 8 de septiembre de 2011
- Plantas e instalaciones frigoríficas puestas en funcionamiento a partir del 8 de septiembre de 2011

4.1.1. Alcance para instalaciones anteriores al 8/09/2011

Las normas y prescripciones técnicas serán de aplicación para todas las instalaciones frigoríficas, quedando excluidas las correspondientes a medios de transporte aéreos,



marítimos y terrestres, que se regirán por sus disposiciones especiales.

Quedan excluidas las Instalaciones frigoríficas con potencia absorbida máxima de 1 kW., que utilicen refrigerantes del primer grupo. (R.D. 3099/1997, Art. 12, no combustibles y de acción tóxica ligera o nula).

4.1.2. Alcance para instalaciones posteriores al 8/09/2011

Las normas y prescripciones técnicas se aplicarán a las instalaciones frigoríficas de nueva construcción, así como a las ampliaciones, modificaciones y mantenimiento de éstas y de las ya existentes.

Excepciones:
Se les aplicará única y exclusivamente lo establecido en el artículo 21 del reglamento, a las instalaciones y sistemas de refrigeración que a continuación se relacionan:

1. Instalaciones por absorción que utilizan BrLi-Agua.
2. Sistemas de refrigeración no compactos con carga inferior a: 2,5 Kg. de refrigerante del grupo L1 0,5 Kg. de refrigerante del grupo L2 0,2 Kg. de refrigerante del grupo L3

4.1.3. Normativa aplicable a instalaciones anteriores al 8/09/2011

- Real Decreto 3099/1977, de 8 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas.
- Orden de 24 de enero de 1978, por la que se aprueban las Instrucciones Complementarias denominadas instrucciones MI-IF con arreglo a lo dispuesto en el Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas y modificaciones posteriores.
- Real Decreto 394/1979, de 2 de febrero, por el que se modifica el Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas
- Orden de 4 de abril de 1979, por la que se modifican las Instrucciones Técnicas Complementarias MIE-IF-007 y MIE-IF-014 aprobadas por orden de 24 de enero de 1978, del Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas
- Orden de 30 de septiembre de 1980, por la que se modifica el punto 3 de la Instrucción Técnica Complementaria MI-IF-013 y Complementaria MI-IF014 y el punto 2 de la Instrucción Técnica del Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas
- Real Decreto 754/1981, de 13 de marzo, por el que se modifican los artículos



28, 29 y 30 del Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas

- Orden de 21 de julio de 1983, por la que se modifica el Punto 3 de la Instrucción Técnica Complementaria MI-IF-004, incluyendo la Tabla IV, y el punto 3 de la Instrucción Técnica Complementaria MI-IF-016 del Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas
- Orden de 19 de noviembre de 1987, por la que modifica el punto 3 de la instrucción MI-IF-004 correspondiente al Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas.
- Orden de 4 de noviembre de 1992, por la que se modifica la Instrucción Técnica Complementaria MI-IF 005 del Reglamento de Seguridad para plantas e Instalaciones frigoríficas.
- Orden de 23 de noviembre de 1994, por la que se adaptan al progreso técnico las Instrucciones Técnicas Complementarias MI-IF-002, MI-IF004, MI-IF009 y MIE-IF-010 del Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas. B.O.E. Nº 288 publicado el 02.12.1994.
- Orden de 24 de abril de 1996, por la que se modifican las Instrucciones Técnicas complementarias MI-IF002, MI-IF004, MI-IF008, MI-IF009 y MI-IF010 del Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas
- Orden de 26 de febrero de 1997, por la que se rectifica la tabla I de la MI-IF004 de la Orden de 24 de abril de 1996 por la que se modificaron las instrucciones técnicas complementarias MI-IF002, MI-IF004, MI-IF008, MI-IF009 y MI-IF010 del Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas
- Orden de 23 de diciembre de 1998, por la que se modifican las Instrucciones Técnicas Complementarias MI-IF-002, MI-IF004 y MI-IF009 del Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas. B.O.E. Nº 10 publicado el 12.01.1999.
- Orden de 29 de noviembre de 2001, por la que se modifican las Instrucciones Técnicas Complementarias MI-IF-002, MI-IF004, MI-IF008 y MI-IF009 del Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas. B.O.E. Nº 293 publicado el 07.12.2001.
- Real Decreto 560/2010, de 7 de mayo, por el que se modifican diversas normas reglamentarias en materia de seguridad industrial para adecuarlas a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio. B.O.E. Nº 125 publicado el 22/5/2010. Corrección de errores: BOE Nº 149 de 19/6/2010

Nota: tener en cuenta que para instalaciones frigoríficas en Baleares es de aplicación



específica otra normativa desde el año 2007.

4.1.4. Normativa aplicable a instalaciones posteriores al 8/09/2011

Real Decreto 138/2011, de 4 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas y sus instrucciones técnicas complementarias.

4.1.5. Procedimientos para instalaciones anteriores al 8/09/2011

Las instalaciones frigoríficas necesitarán dirección de obra y, en su caso, además proyecto de la instalación, suscritos ambos por técnico titulado competente, en los siguientes casos:

→ Instalaciones que precisan para su ejecución dirección de obra y proyecto:

1. Instalaciones de más de 500 m3 de cámaras.
2. Cámaras frigoríficas con una potencia total de accionamiento de compresores de más de 30 kW.
3. Instalaciones de aire acondicionado con una potencia total de accionamiento de compresores de más de 15 kW.

→ Instalaciones que precisan para su ejecución dirección de obra:

1. Cámaras de atmósfera artificial e instalaciones que utilicen refrigerantes de los grupos segundo (si es de acción tóxica o corrosiva, o si su mezcla con el aire puede ser combustible o explosiva a un 3.5 % o más de volumen) y tercero (si su mezcla con el aire puede ser combustible o explosiva a menos de un 3.5 % en volumen).
2. Cámaras frigoríficas que utilicen refrigerantes del grupo primero con potencia eléctrica o térmica de accionamiento superior a 10 kW e igual o inferior a 30 kW.
3. Instalaciones de aire acondicionado que utilicen refrigerantes del grupo primero con potencia eléctrica o térmica de accionamiento superior a 10 kW e igual o inferior a 15 kW.

4.1.6. Procedimientos para instalaciones posteriores al 8/09/2011

Una vez finalizada la instalación y realizadas las pruebas de idoneidad de la instalación con carácter previo a la puesta en servicio de la misma, el titular presentará ante el órgano competente de la correspondiente comunidad autónoma, la siguiente documentación:



1. Proyecto o breve memoria técnica, según proceda, de la instalación realmente ejecutada.
2. Las instalaciones de Nivel 2 requerirán, además del proyecto, el certificado técnico de dirección de obra
3. El certificado de la instalación suscrito por la empresa frigorista y el director de la instalación, cuando la participación de este último sea preceptiva (de acuerdo con la IF-15).
4. Certificado de instalación eléctrica firmado por un instalador en baja tensión.
5. Las declaraciones de conformidad de los equipos a presión de acuerdo con el Real Decreto 769/1999, de 7 de mayo, y el Real Decreto 1495/1991, de 11 de octubre y, en su caso, de los accesorios de seguridad o presión.
6. En su caso, copia de la póliza del seguro de responsabilidad civil y el contrato de mantenimiento con una empresa instaladora frigorista cuando así esté establecido.

A los efectos del presente reglamento los sistemas no compactos con carga inferior a la indicada en el artículo 2 y las instalaciones por absorción que utilizan Br Li-Agua, deberán cumplir, como mínimo, los siguientes requisitos:

→ Deberán ser instalados, mantenidos o reparados por una empresa instaladora frigorista. La empresa que realice la instalación deberá entregar al titular del sistema o instalación, la siguiente documentación:

1. Certificado en el que figuren los datos de la empresa instaladora, fabricante, modelo, año, número de fabricación, carga, denominación y grupo del refrigerante empleado, así como las actuaciones realizadas según el modelo que figura en el anexo de la IF-15.
2. Manual de servicio.
3. En el caso de las instalaciones por absorción con Br Li-Agua, además, la empresa instaladora frigorista entregará la justificación documentada de la idoneidad de las soluciones adoptadas desde el punto de vista energético (solución con menor coste energético).

→ Deberán satisfacer las exigencias establecidas en la reglamentación vigente relativa a equipos a presión en cuanto a diseño, fabricación, protección y documentación que debe acompañar a dichos equipos.

Las instalaciones frigoríficas se clasifican en función del riesgo potencial en las



categorías siguientes:

<u>• Nivel 1:</u> Instalaciones formadas por uno o varios sistemas frigoríficos independientes entre sí con una potencia eléctrica instalada en los compresores por cada sistema inferior o igual a 30 kW siempre que la suma total de las potencias eléctricas instaladas en los compresores frigoríficos no exceda de 100 kW, o por equipos compactos de cualquier potencia, siempre que en ambos casos utilicen refrigerantes de alta seguridad (L1), y que no refrigeren cámaras o conjuntos de cámaras de atmósfera artificial de cualquier volumen.

<u>• Nivel 2:</u> Instalaciones formadas por uno o varios sistemas frigoríficos independientes entre sí con una potencia eléctrica instalada en los compresores superior a 30 kW en alguno de los sistemas, o que la suma total de las potencias eléctricas instaladas en los compresores frigoríficos exceda de 100 kW, o que enfríen cámaras de atmósfera artificial, o que utilicen refrigerantes de media y baja seguridad (L2 y L3).

4.1.7. Empresas frigoristas y clasificación de las instalaciones frigoríficas en función del riesgo potencial

El nuevo reglamento establece una clasificación de las empresas frigoristas basándose en el tipo de instalaciones que pueden ejecutar, poner en servicio, mantener, reparar, modificar y desmantelar.

Se establecen dos niveles de instalaciones frigoríficas y, por tanto, dos niveles de empresas frigoristas. En el siguiente cuadro se muestran de forma resumida las principales diferencias entre cada uno de los dos niveles:

	NIVEL 1	NIVEL 2
Composición de la instalación	- Potencia instalada por cada sistema ≤ 30 kW - Suma total de potencias instaladas ≤ 100 kW - Equipos compactos de cualquier potencia	- Potencia instalada en alguno de los sistemas > 30 kW - Suma total de potencias instaladas > 100 kW
Requisitos de la empresa instaladora	- Contar con al menos un profesional frigorista - Tener suscrito seguro de responsabilidad civil por importe mínimo de 300 000 € - Disponer de un plan de gestión de residuos - Disponer de los medios técnicos que indica la IF-13	- Contar con al menos un técnico titulado competente - Tener suscrito seguro de responsabilidad civil por importe mínimo de 900 000 € - Disponer de un plan de gestión de residuos - Disponer de los medios técnicos que indica la IF-13
Documentación previa a la ejecución de la instalación	- Memoria técnica suscrita por instalador frigorista o técnico titulado competente	- Proyecto suscrito por técnico titulado competente - Dirección de obra por técnico titulado competente - Certificado técnico de dirección de obra
Controles periódicos	- Controles de fugas periódicos por empresa frigorista - Revisiones periódicas por empresa frigorista	- Controles de fugas periódicos por empresa frigorista - Revisiones periódicas por empresa frigorista - Inspecciones por una OCA (Organismo de Control Autorizado), al menos cada diez años (en función de la carga de refrigerante).

1. Como potencia instalada se entiende la máxima potencia consumida por el



motor de accionamiento en el campo de las condiciones de aspiración y descarga permitidos por el fabricante.

2. La instrucción técnica complementaria IF-13 indica los medios técnicos mínimos necesarios de los que debe disponer una empresa frigorista en función del nivel al que pertenece.

En todo caso (dentro del ámbito de aplicación de la norma) será necesaria la presentación de la siguiente documentación ante el organismo competente de la comunidad autónoma, previamente a la puesta en servicio de la instalación:

- Proyecto o breve memoria técnica, según proceda.
- Certificado técnico de dirección de obra (solo en instalaciones de nivel 2).
- Certificado de la instalación frigorífica (boletín) suscrito por empresa frigorista y director de obra, si procede.
- Certificado de la instalación eléctrica (boletín) suscrito por un instalador en baja tensión.
- Declaraciones de conformidad de los equipos a presión.
- Copia de la póliza del seguro de responsabilidad civil.
- Contrato de mantenimiento con empresa frigorista.

Adicionalmente, se deberá mantener un libro de registro actualizado en el lugar de la instalación donde se deberá anotar toda la información relativa a la instalación así como registro de todas las actuaciones llevadas cabo en la misma. El reglamento propone un modelo de libro de registro, que podrá archivarse en soporte informático por parte de la empresa frigorista, del cual se deberá estar en posesión por parte del titular de la instalación de una copia actualizada en papel.

4.2. Instalaciones con riesgo de legionela

4.2.1. Ámbito de Aplicación

Instalaciones que utilicen agua en su funcionamiento, que produzcan aerosoles, y en las que sea posible la proliferación y diseminación de bacterias del género Legionella. Las instalaciones implicadas se clasifican en los dos grupos siguientes:

INSTALACIONES DE MAYOR RIESGO

– Torres de refrigeración y condensadores evaporativos.
– Instalaciones de agua caliente para usos sanitarios con depósitos de acumulación de capacidad mediana o grande.



- Piscinas o bañeras de agua caliente con agitación por chorros de agua o inyección de aire.
- Humidificadores.

  INSTALACIONES DE MENOR RIESGO.
- Instalaciones interiores de agua fría para consumo humano.
- Instalaciones de agua caliente sanitaria de pequeño volumen de acumulación.
- Aparatos de enfriamiento, humectación o lavado de aire por pulverización de agua.
- Fuentes ornamentales.
- Instalaciones de riego por aspersión.

4.2.2. Objeto

Proporcionar criterios de prevención y control de la multiplicación y diseminación de la Legionella, con el fin de evitar el riesgo de contraer la enfermedad producida por la inhalación de estos microorganismos.

4.2.3. Normativa Aplicable

- Real Decreto 865/2003 de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis
- Norma UNE 100030 IN (Septiembre 2005). Guía para la prevención control de la proliferación y diseminación de legionela en instalaciones
- Guía Técnica para la prevención y control de la legionelosis en instalaciones.

Además, en el ámbito de Baleares debe tenerse en cuenta:

- Decreto 81/2005, de 22 de julio de la Conserjería de Salud y Consumo por el que se regula el procedimiento de autorización, vigilancia y control de los cursos para formar al personal que realiza las operaciones de mantenimiento higiénico y sanitario de las instalaciones de riesgo de legionelosis.

4.3. Señalización de seguridad

4.3.1. Alcance

Disposiciones mínimas para la señalización de Seguridad y Salud en el Trabajo.

Excepciones:

- Señalización prevista por la normativa sobre comercialización de productos y equipos, y sobre sustancias y preparados peligrosos, salvo que dicha normativa disponga expresamente otra cosa.

- Señalización utilizada para la regulación del tráfico por carretera, ferroviario, fluvial, marítimo y aéreo, salvo que éstos se efectúen en los lugares de trabajo.
- Señalización utilizada por buques, vehículos y aeronaves militares.

4.3.2. Normativa Aplicable

- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- Guía Técnica del INSHT sobre señalización de Seguridad y Salud en el Trabajo.

4.3.3. Procedimiento

Siempre que, en base al análisis de los riesgos existentes, situaciones de emergencias previsibles y de las medidas preventivas, se ponga de manifiesto la necesidad de:

1. Llamar la atención de los trabajadores sobre la existencia de determinados riesgos, prohibiciones u obligaciones.
2. Alertar a los trabajadores cuando se produzca una determinada situación de emergencia que requiera medidas urgentes de protección o evacuación.
3. Facilitar a los trabajadores la localización e identificación de determinados medios o instalaciones de protección, evacuación, emergencia o primeros auxilios.
4. Orientar o guiar a los trabajadores que realicen determinadas maniobras peligrosas.
5. El empresario deberá adoptar las medidas precisas para que en los lugares de trabajo exista una adecuada señalización de seguridad y salud.

4.4. Medidas de protección del Medioambiente: Eficiencia energética en el Reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas

4.4.1. Sistema compacto y semicompacto

El nuevo reglamento, que entra en vigor el 8 de septiembre de 2011, hace una diferenciación inequívoca de lo que se considera un sistema de refrigeración compacto, semicompacto o ejecutado in situ.

La característica diferenciadora en la que se basa el reglamento para definir estos conceptos no es otra que la necesidad o no de realizar montajes o uniones de partes que contengan refrigerante, dejando de relieve la importancia que se da al control



sobre la manipulación de refrigerante en las instalaciones frigoríficas y por consiguiente a la reducción de posibilidades de que se produzca una fuga o liberación de gas a la atmósfera.

De este modo un sistema compacto es aquel montado, cargado y probado en fábrica y que se instala sin necesidad de conectar partes que contengan refrigerante. Como ejemplos de estos sistemas encontramos los equipos de refrigeración compactos de pared o de techo.

Del mismo modo, el nuevo reglamento considera que un sistema es semicompacto cuando se construye completamente en fábrica y se transporta en una o varias partes, sin montar in situ ningún elemento que contenga refrigerante, excepto las válvulas de interconexión y pequeños tramos de tubería frigorífica. Un equipo de refrigeración compuesto por una unidad motocondensadora y una unidad evaporadora que incluya sus correspondientes válvulas de regulación y de expansión termostática constituye un sistema de refrigeración semicompacto según lo definido por el nuevo reglamento, ya que, sólo es necesario el montaje de las tuberías de interconexión frigorífica entre unidades en el lugar de la instalación para constituir un circuito frigorífico cerrado.

4.4.2. Reducción de carga de refrigerante

Junto con la anterior clasificación, el reglamento hace una clasificación en función de la carga de refrigerante (en kg) que contiene un sistema frigorífico, de modo que cuanto menor es esta cantidad de refrigerante menores, y menos exigentes, son los requisitos para su instalación, diseño, ensayos, documentación, legalización y mantenimiento que se aplican a un determinado sistema.

De lo anteriormente expuesto se deriva la siguiente conclusión: el nuevo reglamento persigue claramente dos objetivos adicionales a lo relativo a la seguridad; uno medioambiental y otro de eficiencia energética.

Es bastante lógico pensar que un sistema compacto o semicompacto optimizado por el fabricante para funcionar con una carga de refrigerante reducida y que además está concebido para reducir al mínimo las uniones frigoríficas a realizar en obra (nulas en caso de sistemas compactos) será potencialmente mucho menos agresivo con el medioambiente que una instalación ejecutada in situ.

Un equipo compacto o semicompacto pasa unas exhaustivas pruebas de estanqueidad en fábrica, lo que reduce en gran medida la posibilidad de fugas y, en caso de producirse esta, la cantidad de refrigerante liberado será mínima.



Por otro lado, también es más probable que un sistema compacto o semicompacto, que pasa unas determinadas pruebas de laboratorio y ajustes en fábrica, sea más eficiente energéticamente.

4.4.3. Impacto Total Equivalente sobre el Calentamiento Atmosférico

Para comparar dos sistemas de refrigeración alternativos en base a criterios medioambientales se utiliza un parámetro denominado TEWI (Total Equivalent Warming Impact), Impacto Total Equivalente sobre el Calentamiento Atmosférico. Este parámetro sirve para evaluar el calentamiento atmosférico producido durante la vida útil de un sistema de refrigeración incluyendo:

- El impacto directo producido bajo ciertas condiciones de pérdida de refrigerante.
- El impacto directo debido a los gases emitidos por aislamientos u otros componentes de la instalación.
- El impacto indirecto producido por el CO2 emitido durante la generación de la energía consumida por el sistema.

Teniendo en cuenta lo anterior, se observa que, para unas determinadas necesidades frigoríficas, el sistema menos agresivo será aquel que contenga menor carga de refrigerante y que sea más compacto, ya que la probabilidad de escapes de gas a la atmósfera se reduce, y aquel que consuma menos energía para producir la potencia frigorífica necesaria y, por tanto, sea más eficiente.

4.4.4. Aplicación del nuevo reglamento según el tipo de sistema

El nuevo reglamento excluye de su ámbito de aplicación a los sistemas de refrigeración compactos con carga de refrigerante menor a 2,5 kg, para refrigerantes del grupo L1, donde se encuentran los refrigerantes más comúnmente usados en refrigeración (en adelante se entenderá que se habla siempre del grupo L1). Es decir, los requisitos de diseño, documentales, de mantenimiento, etc. que fija el reglamento no aplican a este tipo de sistemas.

El siguiente escalón que fija el reglamento se encuentra en sistemas no compactos (semicompactos o no) con carga de refrigerante inferior a 2,5 kg, para los que las exigencias que se fijan son las siguientes:

- Deberán ser instalados, mantenidos o reparados por una empresa instaladora



frigorista.
- Se entregará al titular de la instalación un certificado de instalación según el modelo que figura en reglamento.
- Se deberá suministrar un manual de servicio.
- Deberán satisfacer las exigencias establecidas en la reglamentación relativa a equipos a presión.

Considerando el uso de sistemas compactos o semicompactos, se puede afirmar que una carga de refrigerante de 2,5 kg es el principal umbral que fija el reglamento, desde el punto de vista de requerimientos de instalación y documentación. Es decir, con sistemas con carga de refrigerante inferior a 2,5 kg las implicaciones del nuevo reglamento son las que se han indicado anteriormente y a partir de esta cantidad se deben tener en cuenta todas las exigencias de la norma.

A nivel de diseño y documentación de equipos, se distingue además entre equipos con una carga de refrigerante de entre 2,5 kg y 10 kg y equipos con una carga mayor. Lo que sí es necesario destacar es lo siguiente:

- En sistemas compactos y semicompactos, que se construyen en fábrica, cumplir exigencias de diseño, como por ejemplo, conexiones para instrumentos de medida, protecciones eléctricas, presostáticas y otros elementos de seguridad, y documentales, como ensayos de resistencia a presión, prueba de estanqueidad, certificados correspondientes, manuales de servicio, etc. corresponden al fabricante.
- En sistemas ejecutados in situ, cumplir todas estas exigencias corresponderán a la empresa frigorista que realiza la instalación.

4.4.5. Comentario final

El Reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas será el de mayor aplicación, aunque siempre se tratara de cumplir dependiendo donde este la instalación con otras normativas y reglamentos que puedan afectarnos, por ejemplo en el sector terciario (hospitales, educación, hoteles, supermercados, etc.) pueden afectar la normativa siguiente:

- Real Decreto 795/2010 Comercialización y manipulación de gases fluorados.
- Reglamento (CE) 842/2006 Determinados gases fluorados de efecto invernadero.
- Código técnico de la edificación.



5. Fundamentos de mantenimiento de instalaciones frigoríficas

5.1. Introducción

El buen funcionamiento de una instalación, primero pasa por un estudio proyectual adecuado de sus componentes, cumpliendo con las condiciones de trabajo para que el sistema este bien dimensionado.

Como es lógico, en una instalación frigorífica existen paros arranques control electrónico de presión y temperatura, etc.

El producto almacenado no puede estropearse, por lo que una vez que la instalación está en funcionamiento, se debe de mantener y revisar, para garantizar las condiciones de conservación o congelación de los productos.

Una instalación frigorífica con un buen mantenimiento evita enormes pérdidas económicas asociadas a los productos que almacena.

En este tema se pretende dar las nociones básicas para el mantenimiento preventivo y exponer las acciones a realizar en caso de que la instalación presente anomalías.

5.2. Mantenimiento preventivo

En las operaciones de mantenimiento, el mantenimiento preventivo es el destinado a la conservación de equipos o instalaciones mediante realización de revisiones y reparaciones que garanticen su buen funcionamiento y fiabilidad, el mantenimiento preventivo se realiza en equipos en condiciones de funcionamiento, por oposición al mantenimiento correctivo que repara o pone en condiciones de funcionamiento aquellos que dejaron de funcionar o están dañados.

El primer objetivo del mantenimiento es evitar o mitigar las consecuencias de los fallos del equipo, logrando prevenir las incidencias antes de que estas ocurran. Las tareas de mantenimiento preventivo incluyen acciones como cambio de piezas desgastadas, cambios de aceites y lubricantes, etc. El mantenimiento preventivo debe evitar los fallos en el equipo antes de que estos ocurran.

Algunos de los métodos más habituales para determinar que procesos de mantenimiento preventivo deben llevarse a cabo, son las recomendaciones de los



fabricantes, la legislación vigente, las recomendaciones de expertos y las acciones llevadas a cabo sobre activos similares.

A continuación presentamos una serie de medidas preventivas periódicas.
Actualmente casi todas las instalaciones tienen control electrónico por termostatos o centralitas que activan paran compresores etc, es importante comprobar antes de nada que las mediciones de las sondas de temperatura estén bien conectadas, ya que a veces veces la medición no es correcta por la desconexión de sondas, o deterioro del termostato de control.

5.2.1. Actuaciones preventivas una vez a la semana

1. Comprobaremos el nivel de aceite en el compresor, si durante un tiempo prudencial de 3 o 4 horas y la instalación funcionando el nivel sigue bajo, entonces se completará.
2. Comprobar la presión de aceite en el compresor, si lo vemos lubricar, esta presión debe estar entre 1,2 y 5 bar, más alta que la presión de aspiración.
3. Comprobar en paro juntas, conexiones en el compresor y con el detector mirar si hay fugas de gas.
4. Inspeccionar los filtros de aire si están sucios limpiar e instalar de nuevo si están demasiado sucios.
5. Revisar la totalidad de la instalación por si hubiera alguna anormalidad, comprobando fugas con lámpara detectora de fugas.
6. Revisar las presiones de los manómetros del refrigerante.
7. Revisar la tensión de alimentación e intensidad absorbida por el motor del compresor.
8. Revisar la temperatura del refrigerante en la aspiración.

Es recomendable tener una ficha de inspección e ir anotando en la ficha todo lo observado, paso a paso, anotando la hora de revisión, fecha y observaciones, con el fin de tener un histórico de la instalación. Lo anterior ayuda, en el caso de que falle la instalación a poder leer que es lo último que se hizo y actuar con rapidez en la instalación.

5.2.2. Actuaciones preventivas una vez por mes

Realizar del 1 al 8 siguiendo con:

9. Se inspeccionarán todos los motores y ejes de ventiladores, observando su adecuada lubricación.
10. Comprobar el alineamiento y tensión de las correas.
11. Comprobar el ajuste de las poleas en los ejes.
12. Si la instalación tiene manómetros, comprobarlos y vigilar la presión de



descarga. Si dicha presión es más alta que lo normal, determinar la causa y corregirla, purgando aire o gases no condensables.

13. Cuando hay instalado un condensador evaporativo o torre de enfriamiento, se comprobará el estado de las pantallas de pulverización y aspiración y las condiciones del agua; si hay residuos, se tratará ésta. Inspeccionar la bomba de pulverización.
14. Comprobar el funcionamiento de todos los controles de seguridad.

5.2.3. Actuaciones preventivas una vez por año

Realizar del 1 al 14 siguiendo con:

15. Comprobar el estado del aceite en el cárter y renovarlo totalmente si fuera necesario.
16. Purgar el agua de todos los puntos de condensación e inspeccionarla detenidamente. Los condensadores sucios con sedimentos, fango o incrustaciones, se limpiarán.
17. Si hay instalados condensador evaporativo o torre de enfriamiento, los tanques y bombas se vaciarán totalmente, limpiando las incrustaciones y corrosión.
18. Se inspeccionarán los desgastes de todos los cojinetes de motores y ventiladores. Comprobar las holguras axiales de los cojinetes de motores y ventiladores. Comprobar las holguras axiales de los ejes.
19. Las correas desgastadas se cambiarán.
20. Limpiar todos los filtros de agua.
21. Inspeccionar el estado de los conductos de aire.
22. Inspeccionar el estado de los desagües e imbornales. Deberán estar totalmente limpios y libres, evitando los estancamientos.
23. Inspeccionar el estado de los contactos, en los arrancadores. Seguir las instrucciones del constructor.
24. Examinar el compresor.

El sistema frigorífico no debe permanecer parado durante mucho tiempo (meses), ya que sus tuberías y elementos pueden estar sometidos bajo una elevada presión de refrigerante. En este estado, puede perder la carga fácilmente la instalación.

Si una instalación esta parada durante meses y se pone en marcha es recomendable que el sistema sea vaciado y el refrigerante recogido en el condensador o recipiente, hasta que se vaya a poner en marcha.

Si una instalación se pone en marcha después de una avería es preciso comprobar la estanqueidad de todas las juntas y una vez hecho el vacío o la purga puede considerarse el sistema listo para su puesta en marcha. Abrir primeramente la válvula



de impulsión y a continuación la de aspiración del compresor.

Comprobar el nivel del aceite del cárter y la mirilla de la línea de líquido para verificar si las cargas de aceite y refrigerante son suficientes.

5.2.4. Medidas preventivas por observación externa del comportamiento de la instalación frigorífica

1. FILTROS SUCIOS ✳ se es excesiva la suciedad puede aparecer humedad o escarcha en la línea de salida de filtro.
2. LA VÁLVULA TERMOSTATICA PIERDE✳ raras veces sucede, pero si ocurre es muy peligroso para el compresor.
3. LA VÁLVULA TERMOSTATICA DE EXPANSION AGARROTADA EN POSICION ABIERTA✳ la tubería de aspiración y el cárter del compresor se humedecerán exteriormente debido al exceso de líquido que pasa a la línea de aspiración.
4. LA VÁLVULA TERMOSTATICA MAL AJUSTADA ✳ debe de realizarse un ajuste adecuado para el control de temperatura a la salida
5. LA VÁLVULA TERMOSTATICA DEMASIADO GRANDE✳ Si la válvula termostática ha sido seleccionada impropiamente, y su capacidad es excesiva para la instalación, la válvula no mantendrá un nivel de presión en la aspiración.
6. LA VÁLVULA TERMOSTATICA MUY PEQUEÑA✳ Si la válvula es muy pequeña, no habrá el suficiente paso de líquido para satisfacer las necesidades del evaporador.
7. LA VALVULA TERMOSTATICA ESTA OBSTRUIDA ✳ Una válvula de expansión obstruida, generalmente se manifiesta por un evaporador escarchado.
8. LA VÁLVULA SOLENOIDE OBSTRUIDA✳ Si la válvula está tan obstruida que no puede cerrar, la instalación se comportará como en el caso anterior.
9. LA VÁLVULA SOLENOIDE NO CIERRA BIEN✳ La tubería del lado del evaporador en la válvula solenoide, estará más fría que en la entrada.
10. FALTA DE REFRIGERANTE✳ La presión de aspiración será muy baja, debido al poco líquido suministrado al evaporador.
11. EXCESO DE REFRIGERANTE✳ El exceso de refrigerante se manifiesta en una presión excesiva de descarga.
12. AIRE EN EL SISTEMA ✳ Si hay aire o gases no condensables en el sistema, éstos tenderán a almacenarse en el condensador. la presión de descarga será superior a la que le corresponde a los vapores de refrigerante que está condensado.
13. VÁLVULAS ROTAS EN EL COMPRESOR✳ la presión de aspiración subirá rápidamente cuando se para el compresor.



5.3. Averías típicas y acciones a realizar

A continuación presentamos un resumen de las causas que pueden aparecer en un mal funcionamiento de la instalación frigorífica común, exponiendo de manera resumida las principales averías sus causas y las acciones a realizar.

5.3.1. Compresor no arranca

CAUSA	REMEDIO
1. **Falta de energía eléctrica.**	1. Comprobar los fusibles o si hay algún terminal roto.
2. **Interruptor de conexión abierto.**	2. Determinar por qué estaba abierto y si todo está en orden, cerrarlo.
3. **Fusibles fundidos.**	3. Cambiar fusibles y comprobar carga del motor.
4. **Tensión baja.**	4. Comprobar con un voltímetro y elevar tensión.
5. **Motor quemado.**	5. Repararlo o cambiarlo.
6. **Arranque motor averiado.**	6. Reparar o cambiar.

5.3.2. Compresor arranca y para en cortos intervalos

CAUSA	REMEDIO
1. **Contacto intermitente en el circuito eléctrico de control.**	1. Recuperar o cambiar el circuito de control averiado.
2. **Presión diferencial del presostato de baja regulada muy justa.**	2. Reajustar presostato, de acuerdo con las condiciones de trabajo.
3. **Presión diferencial del presostato de alta regulada muy justa.**	3. Ajustar control o cambiarlo.
4. **Pérdida en la válvula solenoide de la línea de líquidos.**	4. Repara o cambiar.
5. **Evaporador sucio o con hielo.**	5. Limpiar o desescarchar, inspeccionar filtro y correa.
6. **Condensación defectuosa.**	6. Inspeccionar presión agua de circulación o avería en condensador evaporativo.



5.3.3. Compresor no para

CAUSA	REMEDIO
1. Carga excesiva en evaporador.	1. Inspeccionar renovación de aire. Aislamiento inadecuado.
2. Termostato regulado a temperaturas muy bajas.	2. Regular o cambiar termostato.
3. Contactor arrancador agarrotado.	3. Reparar o cambiar contactor.
4. Falta de refrigerante.	4. Corregir fugas y recargar

5.3.4. Compresor pierde aceite

CAUSA	REMEDIO
1. Insuficiente carga de aceite.	1. Rellenar con aceite adecuado.
2. Taponamiento de aceite en las líneas de aspiración y descarga.	2. Reparar línea y colocar curvas de elevación.
3. Velocidad de aceite muy baja en los elevadores.	3. Disminuir diámetro líneas verticales o colocar retornos de aceite.
4. Filtros o válvulas sucias.	4. Limpiar, reparar o cambiar

5.3.5. Compresor hace ruido

CAUSA	REMEDIO
1. Acoplamiento de arrastre compresor flojo.	1. Apretar acoplamiento y alinear.
2. Falta de aceite.	2. Carga aceite adecuado.
3. Partes internas del compresor defectuosas.	3. Revisar compresor.
4. Golpes de líquido.	4. Revisar recalentamiento, la válvula puede estar mal dimensionada.
5. Exceso de refrigerante.	5. Purgar o extraer refrigerante.
6. Aire en el sistema.	6. Purgar.



5.3.6. Falta de capacidad

CAUSA	REMEDIO
1. Paso de gas a la tubería de líquido.	1. Recargar.
2. Suciedad en filtro o en solenoide.	2. Limpiar o cambiar.
3. Hielo o suciedad en el evaporador.	3. Limpiar serpentines o desescarchar.
4. Válvula de expansión agarrotada o sucia.	4. Reparar o cambiar la válvula.
5. Aceite en el evaporador	5. Purgar

5.3.7. Evaporador con hielo con presión baja

CAUSA	REMEDIO
1. Insuficiente circulación de aire.	1. Revisar filtros y ventilador.
2. Temperatura aire entrada muy baja.	2. Reajustar controles.
3. Motor ventilador parado	3. Comprobar motor, arrancador y fusibles.

5.3.8. Presión de aspiración no adecuada

Algunas consideraciones importantes respecto a las presiones de aspiración en una instalación frigorífica:

Se pueden originar dos situaciones:

1º) Presión de aspiración muy alta.
Si observamos una excesiva carga en el evaporador tendremos que analizar si el compresor anda continuamente, es posible que no haya un buen aislamiento de la cámara.

Si observamos un exceso de apertura en válvula termostática puede pasar que se escuchen golpes de líquido al compresor, entonces inmediatamente hay que reajustar el dimensionado de las válvulas.

Si la válvula de expansión esta agarrotada en posición abierta se escucharan golpes



de líquido al compresor hay que rápidamente repararla o cambiarla.

Si la Válvula de expansión está sobredimensionada sonarán golpes de líquido al compresor, tendremos que comprobar la capacidad y cambiarla.

Si la Válvulas de aspiración en el compresor están rotas de nuevo tendremos ruidos anormales en el compresor, tendremos que levantar cabezal y reparar.

2º) Presión de aspiración muy baja.
Si observamos falta de refrigerante, aparecerán burbujas en el visor de líquido, tendremos que corregir fugas y recargar.

Si el evaporador esta con poca carga lo normal es que el compresor arranca y para intervalos frecuentes, entonces tendremos que limpiar o desescarchar, inspeccionar filtro y correa.

Si observamos que la Válvula de expansión esta obstruida existe pérdida de capacidad por lo que urgentemente se limpiara o cambiara si es necesario.

Si los Contactos del termostato están agarrotados en posición cerrados baja la temperatura y urgentemente hay que repararlo o cambiarlo.

Si la Válvula solenoide está cerrada entonces hay que cambiar la temperatura y ajustarla es recomendable inspeccionar bobina.

Si el Filtro de aspiración del compresor o filtro de aire esta obstruido urgentemente limpiarlo o cambiarlo.

En este último punto de la unidad didáctica 2, se ha realizado un repaso de las acciones de mantenimiento, más importantes, también se han visto las averías más típicas en instalaciones frigoríficas, sus causas y las maneras de actuar en la instalación.

Siempre recordar
Para que no existan comportamientos inadecuados del sistema frigorífico es muy importante seleccionar y dimensionar bien nuestros elementos de la instalación ya que si la instalación está mal diseñada, esto repercutirá en elevados gastos de mantenimiento y funcionamiento inadecuado de la instalación.


2teach!



6. Resumen

En esta unidad didáctica se han expuesto los fundamentos teóricos de calculo de cargas térmicas de una instalación, para mas tarde aprovechar un software libre y calcular la potencia frigorífica de una cámara.

Igualmente hemos resumido las actuaciones mas importantes, que se derivan en materia normativa que afectan a las instalaciones frigoríficas y las actuaciones mas importantes a tener en cuenta respecto al buen mantenimiento de una instalación.



7. Ampliar

A continuación se exponen páginas web de fabricantes y páginas de interés para el sector del frio industrial.

1. Comfriber: http://www.comfriber.com
2. Pecomark: http://www.pecomark.com
3. Danfoss: http://www.danfoss.es
4. Emerson Climate Technologies: http://www.emersonclimate.com
5. Evaporadores y condensadores: http://www.frimetal.es
6. Copeland: http://www.copeland.com
7. Salvador Escoda: http://www.salvadorescoda.com
8. Carrier España: www.carrier.es
9. Ako: http://www.ako.es (regulación y control)
10. Praxair: http://www.praxair.es
11. Kimikal: http://www.kimikal.es
12. Extinfrisa: http://www.extinfrisa.es
13. Legionela: http://www.legionela.info/

Recomendamos visitar las páginas anteriores para conocer materiales, usos de equipos, dimensiones, especificaciones técnicas, etc.



8. Bibliografía

1. Catalá Gregory C. (2009) *Guía básica del frigorista* en la Web: http://www.catain.es
2. Campaña Alcala, D.(2011). *Implicaciones del nuevo reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas* en la web htpp://www.intarcon.es
3. Catálogo de tecnologías en la web http://www.empresaeficiente.com/
4. *Curso de Refrigeración Industrial* de Cesar Vidaurre, (e-book)
5. Dossat, Roy J. (2001). *Principios de Refrigeración*. Ed. CECSA.
6. Estudios Alfa Ingeniería de Proyectos, cálculo de carga térmica de refrigeración de cámaras frigoríficas.
7. Rapin/Jacquard (1998). *Instalaciones Frigoríficas (Tomo I Física Aplicada)*. Ed. MARCOMBO.



9. Glosario

Aislamiento (eléctrico)

Sustancia que casi no tiene electrones libres; lo anterior hace que sea pobre en la conducción de la corriente eléctrica.

Aislamiento (térmico)

Material que es pobre conductor de calor; por lo que, se usa para retardar o disminuir el flujo de calor. Algunos materiales aislantes son corcho, fibra de vidrio, plásticos espumados (poliuretano y poliestireno), etc.

Calor

Forma de energía que actúa sobre las sustancias para elevar su temperatura; energía asociada con el movimiento al azar de las moléculas.

Calor de compresión

Efecto de calefacción que se lleva a cabo cuando se comprime un gas. Energía mecánica de la presión, convertida a energía calorífica.

Calor de fusión

Calor requerido por una sustancia, para cambiar del estado sólido al estado líquido, a una temperatura constante. Por ejemplo: hielo a agua a 0 ºC. El calor de fusión del hielo es 335 kJ/kg.

Calor de respiración

Proceso mediante el cual, el oxígeno y los carbohidratos son asimilados por una sustancia; también cuando el bióxido de carbono y agua son cedidos por una sustancia.

Calor específico

Relación de la cantidad de calor requerido, para aumentar o disminuir la temperatura de una sustancia en 1 ºC, comparado con la que se requiere para aumentar o disminuir la temperatura de una masa igual de agua en 1 ºC. Se expresa como una fracción decimal.

Calor latente

Cantidad de energía calorífica requerida para efectuar un cambio de estado (fusión, evaporación, solidificación) de una sustancia, sin cambio en la temperatura o presión.



Calor latente de condensación

Cantidad de calor liberada por un kg de una sustancia para cambiar su estado de vapor a líquido.

Calor latente de evaporación

Cantidad de calor requerido por un kg de sustancia, para cambiar su estado de líquido a vapor.

Calor sensible

Calor que causa un cambio de temperatura en una sustancia, sin que cambie de estado.

Cámara de refrigeración

Espacio refrigerado comercial, que se mantiene a temperaturas por debajo de la ambiental.

Compresor

Máquina en sistemas de refrigeración, hecha para succionar vapor del lado de baja presión en el ciclo de refrigeración, y comprimirlo y descargarlo hacia el lado de alta presión del ciclo.

Condensador

Componente del mecanismo de refrigeración, el cual recibe del compresor vapor caliente a alta presión, enfriándolo y regresándolo luego a su estado líquido. El enfriamiento puede ser con aire o con agua.

Evaporador

Componente del mecanismo de un sistema de refrigeración, en el cual, el refrigerante se evapora y absorbe calor.

Humedad

Vapor de agua presente en el aire atmosférico.

Humedad absoluta

Cantidad de humedad (vapor de agua) en el aire, indicada en g/m³ de aire seco (granos/pie cúbico).

Humedad relativa (hr)

La cantidad de humedad en una muestra de aire, en comparación con la cantidad de humedad que el aire tendría, estando totalmente saturado y a



la misma temperatura.

Lado de alta

Partes de un sistema de refrigeración, que se encuentran bajo la presión de condensación o alta presión.

Lado de baja

Partes de un sistema de refrigeración, que se encuentran por abajo de la presión de evaporación o baja presión.

Lado de succión

Lado de baja presión del sistema, que se extiende desde el control de refrigerante, pasando por el evaporador, la línea de succión, hasta la válvula de servicio de entrada al compresor.

Lámpara de haluro

Tipo de antorcha o soplete, para detectar fugas de refrigerantes halogenados, de manera segura en un sistema.

Presión de alta

Término empleado para referirse a la presión, a la cual se lleva a cabo la condensación, en un sistema de refrigeración.

Presión de baja

Presión del lado de baja del ciclo de refrigeración, a la cual se lleva a cabo la evaporación.

Presión de condensación

Presión dentro de un condensador, a la cual el vapor de refrigerante, cede su calor latente de evaporación y se vuelve líquido. Esta varía con la temperatura.

Presión de diseño

La más alta o más severa presión esperada, durante la operación. Algunas veces, se usa como la presión de operación calculada, más una tolerancia por seguridad.

Refrigeración por absorción

Proceso de crear bajas temperaturas, utilizando el efecto enfriador formado, cuando un refrigerante es absorbido por una sustancia química.



Refrigeración química

Sistema de enfriamiento, utilizando un refrigerante desechable.

Refrigerante

Sustancia utilizada en los mecanismos de refrigeración. Este absorbe calor en el evaporador, cambiando de estado de líquido.

Salmuera

Agua saturada con un compuesto químico que puede ser una sal.

Solenoide

Bobina enrollada alrededor de un material no magnético (papel o plástico). Comúnmente, lleva un núcleo de hierro móvil, el cual es atraído por el campo magnético al energizarse la bobina.

Temperaturas

Intensidad de calor o frío, tal como se mide con un termómetro. Medición de la velocidad del movimiento de las moléculas.

Termodinámica

Rama de las ciencias; trata con las relaciones entre el calor y la acción mecánica.

Termómetro

Instrumento para medir temperaturas.

Termostato

Dispositivo que detecta las condiciones de la temperatura ambiente, y a su vez, acciona para controlar un circuito.

Termostato electrónico

Termostato que utiliza componentes electrónicos, para realizar varias funciones como: sensor, interrumpir, temporizar, escalonar y exhibir.

Torre de enfriamiento

Dispositivo que enfría por evaporación del agua en el aire. El agua es enfriada hasta la temperatura de bulbo húmedo del aire.

Vacío



Presión menor que la atmosférica.

Válvula

Accesorio utilizado para controlar el paso de un fluido.

Válvula de seguridad

Válvula auto-operable de acción rápida, que se usa para un alivio rápido del exceso de presión.

Válvula de servicio

Dispositivo utilizado en cualquier parte del sistema donde se desea verificar presiones, cargar refrigerante o hacer vacío o dar servicio.

Válvula de servicio de descarga

Válvula de dos vías operada manualmente, ubicada en la entrada del compresor. Controla el flujo de gas de la descarga, se usa para dar servicio a la unidad.

Válvula de servicio de succión

Válvula de dos vías operada manualmente, ubicada en la entrada del compresor. Controla el flujo de gas de la succión, se usa para dar servicio a la unidad.

Válvula de succión

Válvula dentro del compresor de refrigeración, que permite el ingreso del vapor de refrigerante, proveniente de la línea de succión, al cilindro, evitando que se devuelva.

Válvula de termo expansión (termostática)

Válvula de control operada por la temperatura y presión dentro del evaporador. Controla el flujo de refrigerante hacia el evaporador. El bulbo sensor se instala a la salida del evaporador.

Válvula de tres vías

Válvula de control de flujo con tres puertos, para el flujo de fluidos.

Válvula reguladora de presión

Dispositivo instalado en la línea de succión, que mantiene una presión constante en el evaporador, durante una parte de trabajo del ciclo.



Válvula reversible

Válvula utilizada en bombas de calor para invertir el sentido del flujo, dependiendo si se desea refrigeración o calefacción.

Válvula sangradora

Válvula con una pequeña abertura interna, que le permite un flujo mínimo de fluido cuando la válvula está cerrada.

Válvula solenoide

Válvula diseñada para funcionar por acción magnética, a través de una bobina energizada eléctricamente. Esta bobina acciona un núcleo móvil, el cual abre o cierra la válvula.

Válvula termostática

Válvula controlada por elementos que responden a cambios de temperatura.

Vapor

Estado o fase de una sustancia que está en su temperatura de saturación, o muy cercano a ella.

Vapor saturado

Vapor que se encuentra a las mismas condiciones de temperatura y presión, que el líquido del cual se está evaporando. Es decir, si este vapor se enfría, se condensa.

Vaporización

Cambio del estado líquido al gaseoso.

Ventilación

Flujo de aire forzado, por diseño, entre un área y otra.

Ventilador del condensador

Dispositivo utilizado para mover aire a través del condensador enfriado por aire.

Ventilador del evaporador

Ventilador que incrementa el flujo de aire, sobre la superficie de intercambio de calor de los evaporadores.



Vibración crítica

Vibración que es notable y dañina a una estructura.

Viscosidad

Resistencia a fluir que tienen los líquidos.

Voltímetro

Instrumento para medir voltaje en un circuito eléctrico.

Volumen específico

Volumen por unidad de masa de una sustancia (m^3/kg).